

Carences minérales chez la grenadille *Passiflora edulis* SIMS. var. *flavicarpa*.

V-Carences partielles en N, P, K, Ca, Mg, S et totale en S. Influence sur la composition minérale des organes de la plante.

J. MARCHAL, J.P. BLONDEAU et Y. BERTIN*

CARENCES MINÉRALES CHEZ LA GRENADILLE (*PASSIFLORA EDULIS* SIMS. VAR. *FLAVICARPA*)

V.- Carences partielles en N, P, K, Ca, Mg, S et totale en S.
Influence sur la composition minérale des organes de la plante

J. MARCHAL, J.P. BLONDEAU et Y. BERTIN (IRFA)

Fruits, sep. 1980, vol. 35, n° 9, p. 529-536.

RESUME - Chacune des carences expérimentées diminue le rendement et modifie la composition minérale des différents organes de la plante, même si ses effets sur la croissance, le développement et l'apparition de symptômes sont limités ou nuls.

L'intérêt de l'analyse foliaire - en particulier la feuille portant un bouton floral prêt à s'épanouir - ou de tout autre organe de la grenadille, est bien mis en évidence. Il permet de détecter des déficiences ou des déséquilibres qui ne modifient pas le développement végétatif mais perturberont le rendement.

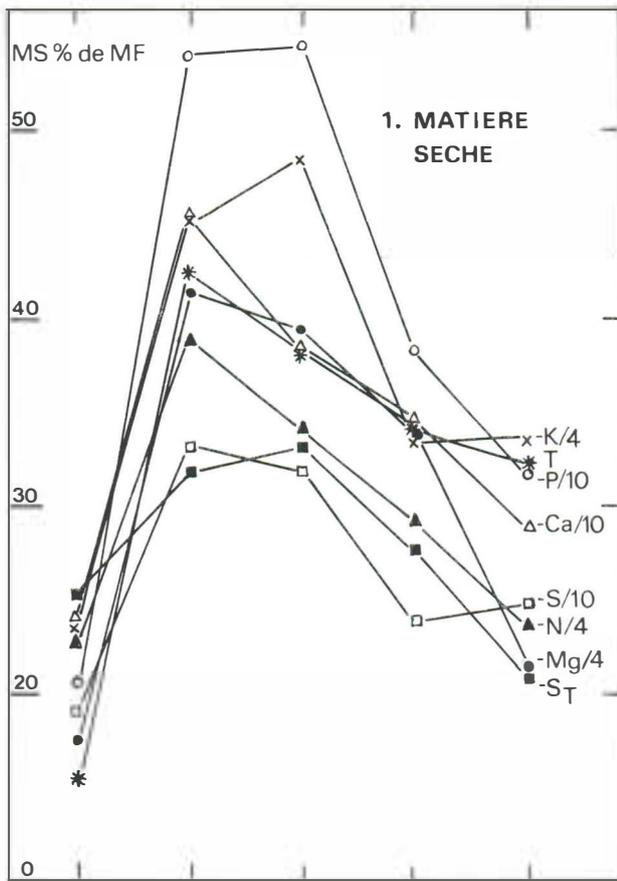
Afin de compléter la description des symptômes de carences partielles en N, P, K, Ca, Mg et S ou totale en S chez la grenadille, présentée par ailleurs (1b), un bilan minéral de la plante a été effectué en fin de culture.

ECHANTILLONNAGE

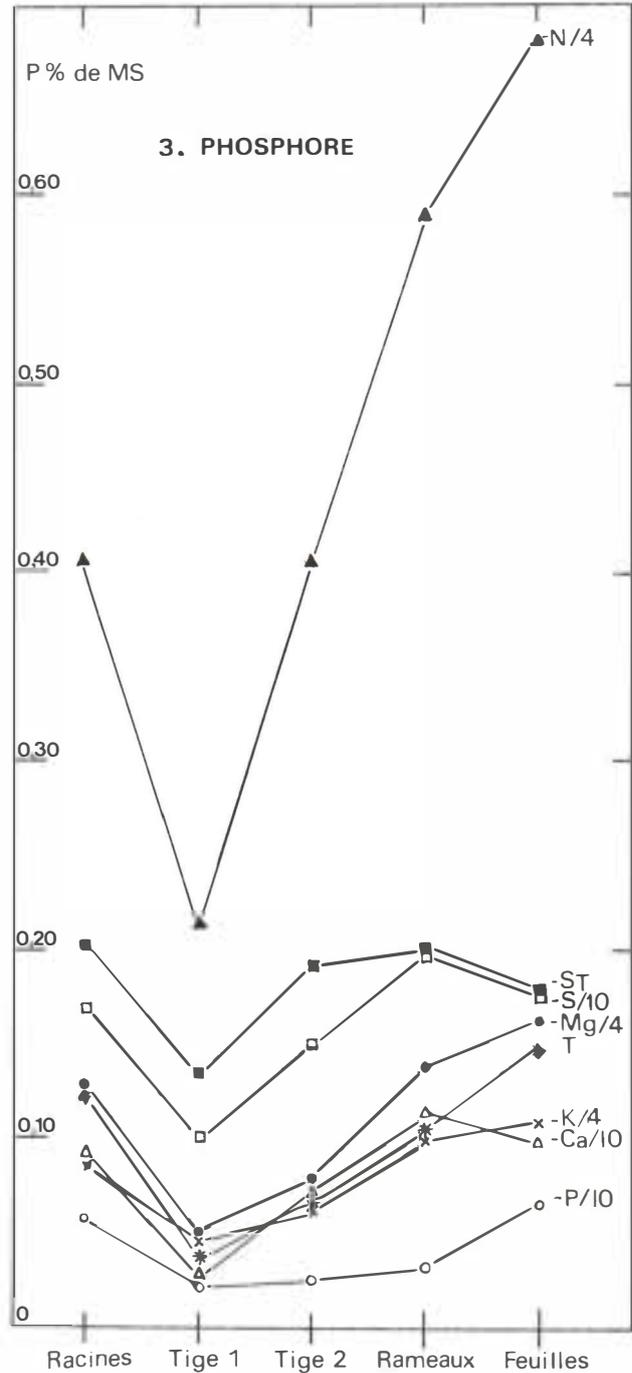
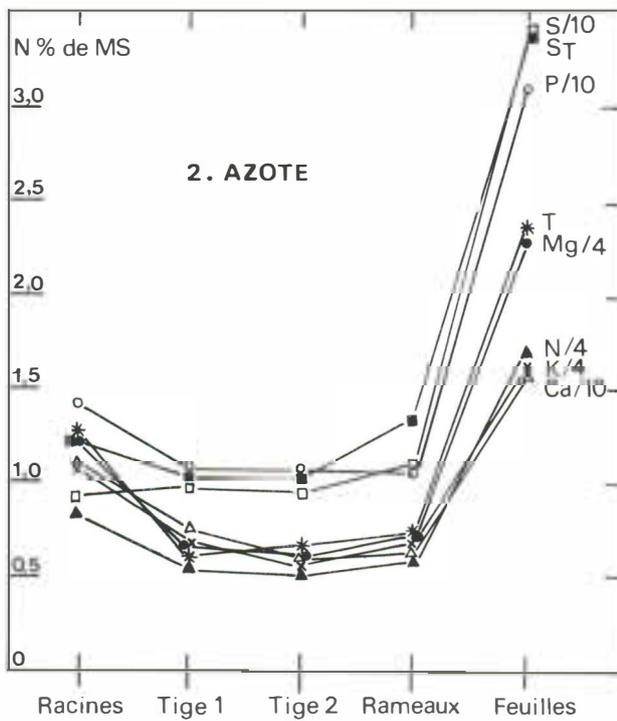
La technique d'échantillonnage est identique à celle employée dans l'étude des carences totales en ces mêmes éléments (3). Toutefois, elle n'a été pratiquée qu'après treize mois de culture au lieu de huit et seuls, cinq organes végétatifs ont été distingués au lieu de six :

1. les racines ;
2. la tige principale, qui a été subdivisée en deux parties :
 - la partie tuteurée verticalement et dont les ramifications ont été supprimées (tige 1) ;
 - la partie maintenue horizontale, elle porte les ramifications (tige 2).
3. les ramifications : dans la première expérimentation deux lots avaient été constitués ; le premier avec les rameaux portés par la moitié basale de la tige 2, le second avec ceux portés par la moitié apicale. Dans le cas présent une telle distinction n'a pas été faite. En outre, il s'agissait alors des ramifications secondaires issues directement des bourgeons de la tige principale. Au cours de cette expérimentation de carences partielles les ramifications secondaires ont été rabattues à trois yeux, six mois avant la destruction des plants

* - J. MARCHAL - IRFA - B.P. 5035 - 34032 Montpellier Cedex
J.P. BLONDEAU - 11 Petit chemin de la Gravenoire - 63130 Royat
Y. BERTIN - IRFA - B.P. 153 - 97200 Fort de France



Figures 1 à 7
EFFETS DES CARENCES SUR LES
TENEURS EN N, P, K, Ca, Mg ET S.



- * — * Témoin
 - ▲ — ▲ -N/4
 - — ○ -P/10
 - x — x -K/4
 - △ — △ -Ca/10
 - — ● -Mg/4
 - — □ -S/10
 - — ■ -ST carence totale
- } carences partielles

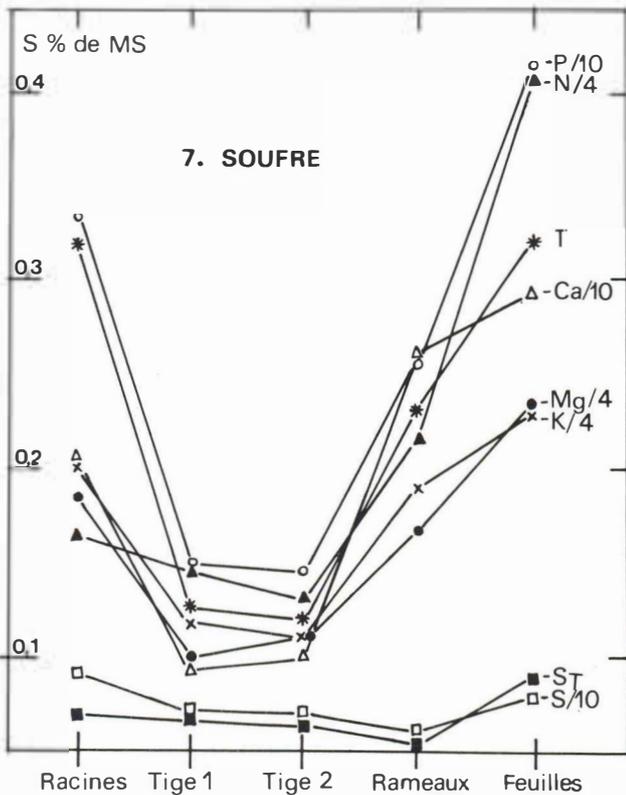
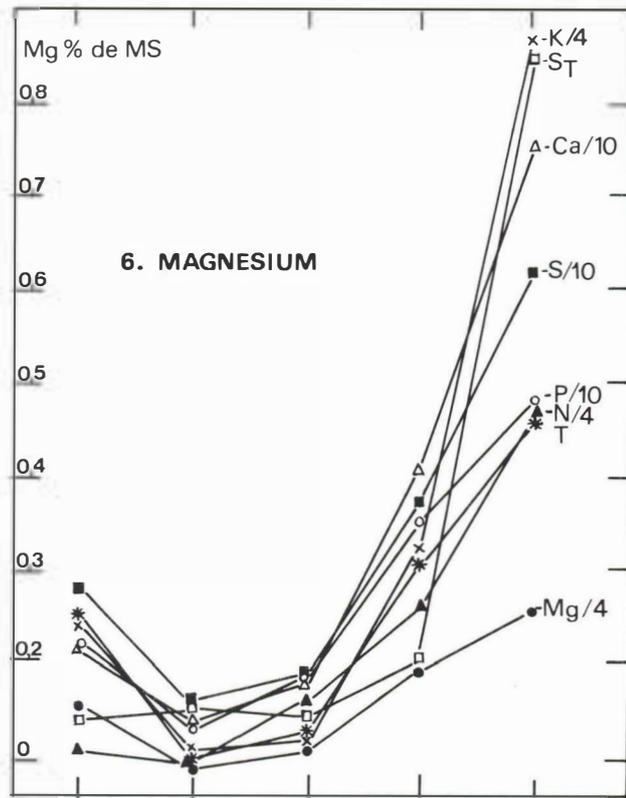
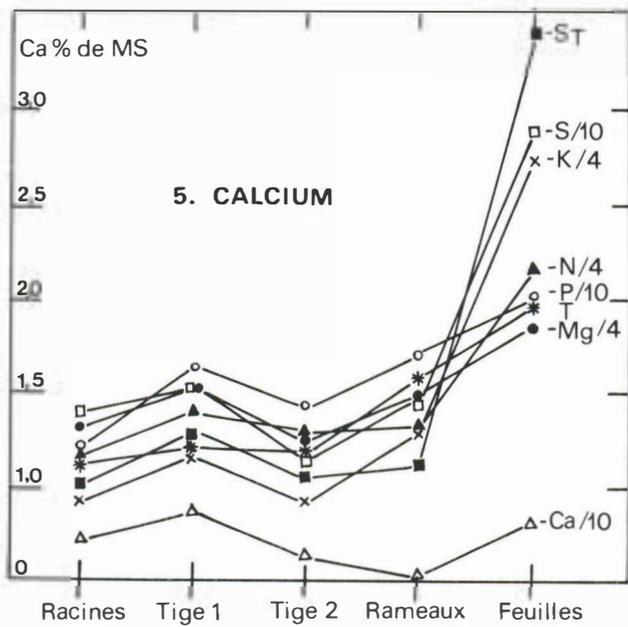
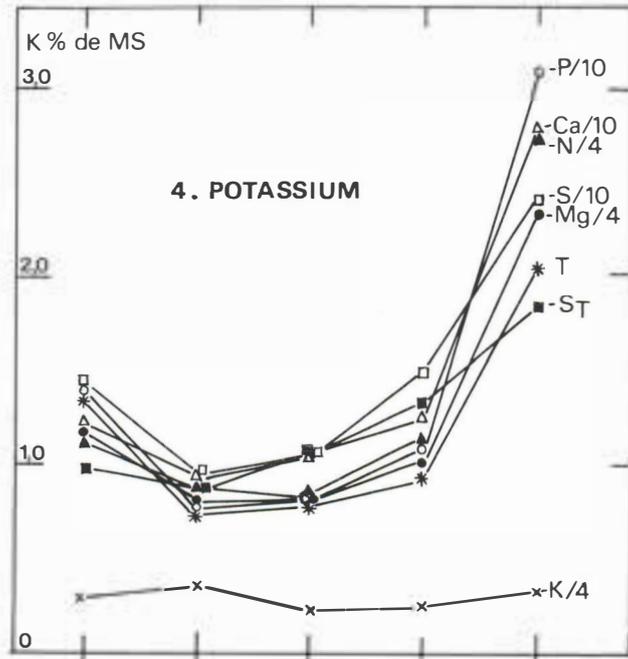


TABLEAU 1 - Teneurs (en p. 100 de matière sèche) de chacun des organes (F des tables 5 % : 2,37 - 1 % : 3,05).

	Racines												Tige 1												Tige 2												Rameaux												Feuilles											
	N				P				K				Ca				Mg				S				N				P				K				Ca				Mg				S															
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S																								
témoin	1,25	,122	1,35	1,12	,249	,319	0,61	,036	0,72	1,21	,102	,126	0,67	,061	0,79	1,17	,125	,120	0,74	,103	0,92	1,56	,306	,231	2,36	,148	2,05	1,96	,462	,321																														
N/4	0,82	,407	1,11	1,15	,108	,165	0,55	,213	0,86	1,42	,096	,146	0,51	,406	0,83	1,29	,163	,131	0,60	,589	1,13	1,31	,259	,216	1,70	,684	2,74	2,17	,468	,408																														
P/10	1,41	,055	1,39	1,20	,227	,334	1,09	,023	0,76	1,64	,131	,148	1,07	,025	0,79	1,43	,184	,145	1,06	,031	1,08	1,70	,353	,256	3,11	,065	3,10	2,02	,479	,413																														
K/4	1,08	,087	0,30	0,93	,220	,201	0,69	,046	0,36	1,19	,107	,119	0,57	,063	0,22	0,93	,123	,111	0,69	,099	0,24	1,31	,324	,191	1,61	,108	0,33	2,76	,866	,230																														
Ca/10	1,09	,090	1,22	0,71	,218	,205	0,74	,024	0,93	0,87	,138	,094	0,60	,069	1,04	0,62	,181	,101	0,64	,113	1,26	0,53	,405	,260	1,60	,099	2,79	0,80	,753	,294																														
Mg/4	1,23	,127	1,19	1,32	,155	,184	0,67	,048	0,80	1,53	,092	,099	0,61	,078	0,81	1,27	,108	,110	0,74	,138	1,01	1,49	,194	,166	2,30	,162	2,35	1,85	,257	,233																														
S/10	0,92	,168	1,41	1,40	,279	,091	0,97	,102	0,97	1,51	,162	,071	0,95	,150	1,03	1,17	,185	,070	1,10	,198	1,49	1,46	,370	,061	3,46	,174	2,39	2,90	,618	,079																														
S (totale)	1,23	,202	0,98	1,03	,142	,069	1,05	,135	0,90	1,29	,150	,066	1,04	,192	1,02	1,05	,144	,065	1,35	,200	1,33	1,13	,209	,056	3,41	,179	1,84	3,41	,849	,088																														
F calculé	8,02	51,71	15,55	19,44	15,05	62,51	13,40	38,34	16,26	33,09	10,26	16,47	12,97	98,42	11,76	21,35	5,21	14,02	13,56	119,99	32,58	19,23	6,50	26,92	20,16	23,71	23,16	13,69	24,66	27,53																														
PPDS 5 %	0,19	,044	0,26	0,14	,042	,034	0,17	,032	0,14	0,13	,025	,023	0,18	,035	0,22	0,16	,038	,021	0,21	,045	0,18	0,23	,085	,044	0,50	0,51	0,61	1,23	,069	,092																														
PPDS 1 %	0,26	,059	0,35	0,19	,057	,045	0,22	,041	0,18	0,16	,031	,029	0,24	,047	0,29	0,20	,051	,028	0,28	,060	0,25	0,31	,113	,059	0,67	0,68	0,82	1,65	,092	,092																														

TABLEAU 2 - Masses d'éléments contenues dans les organes des plants à leur destruction (grammes/plants)

	racines												tige 1												tige 2												rameaux												feuilles											
	N				P				K				Ca				Mg				S				N				P				K				Ca				Mg				S															
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S																								
Témoin	1,189	0,116	1,288	1,063	0,237	0,304	0,641	0,038	0,765	1,275	1,08	1,33	0,511	0,046	0,602	0,890	0,095	0,091	0,593	0,083	0,743	1,257	0,247	0,186	3,248	0,204	2,823	2,694	0,635	0,441																														
N/4	0,361	0,179	0,486	0,503	0,047	0,072	0,305	0,119	0,477	0,790	0,054	0,082	0,127	0,101	0,205	0,319	0,040	0,033	0,113	0,112	0,215	0,248	0,049	0,041	0,280	0,113	0,451	0,358	0,077	0,067																														
P/10	1,984	0,078	1,960	1,696	0,320	0,472	1,481	0,031	1,034	2,232	1,178	2,01	1,086	0,025	0,802	1,447	0,187	0,147	0,955	0,028	0,975	1,529	0,318	0,230	4,172	0,087	4,160	2,707	0,643	0,554																														
K/4	1,351	0,109	0,375	1,160	0,276	0,252	0,844	0,056	0,440	1,449	0,131	0,145	0,677	0,075	0,263	1,101	0,146	0,132	0,676	0,097	0,232	1,280	0,318	0,187	2,195	0,147	0,451	3,762	1,181	0,314																														
Ca/10	1,447	0,120	1,627	0,940	0,290	0,272	0,904	0,029	1,134	1,062	0,168	0,115	0,530	0,061	0,918	0,546	0,160	0,089	0,749	0,133	1,479	0,619	0,476	0,305	2,058	0,126	3,565	1,022	0,961	0,375																														
Mg/4	1,488	0,154	1,445	1,601	0,188	0,223	0,783	0,056	0,929	1,789	1,08	1,16	0,681	0,087	0,905	1,421	0,121	0,123	0,866	0,161	1,117	1,731	0,226	0,193	2,644	0,186	2,702	2,130	0,296	0,268																														
S/10	1,201	0,220	1,850	1,833	0,365	0,119	0,771	0,081	0,764	1,019	1,28	0,056	0,723	0,114	0,784	0,892	0,141	0,053	0,604	0,109	0,821	0,807	0,204	0,034	3,372	0,170	2,333	2,826	0,603	0,077																														
S (totale)	1,286	0,211	1,022	1,075	0,148	0,072	1,092	0,141	0,934	1,341	0,156	0,069	0,520	0,096	0,510	0,522	0,072	0,036	0,410	0,061	0,403	0,343	0,064	0,017	0,436	0,023	0,236	0,436	0,109	0,011																														

TABLEAU 4 - Influence des carences sur la somme des cations contenus dans les plants entiers.

traitements	somme en meq	p. 100 de la somme		
		K	Ca	Mg
témoin	641	26,8	56,0	17,2
- N/4	180	26,1	61,7	12,2
- P/10	847	27,0	56,8	16,2
- K/4	654	6,9	67,0	26,1
- Ca/10	605	37,0	34,7	28,3
- Mg/4	696	26,4	62,4	11,2
- S/10	657	25,6	56,2	18,2
- S (totale)	309	25,9	59,2	14,9

TABLEAU 3 - Masses d'éléments immobilisés dans le plant entier (en grammes).

	N	P	K	Ca	Mg	S	poids frais	poids sec
témoin	6,182	0,487	6,708	7,179	1,322	1,155	1714	495
- N/4	1,186	0,624	1,834	2,218	0,267	0,355	545	160
- P/10	9,678	0,249	8,931	9,611	1,646	1,692	1784	603
- K/4	5,743	0,484	1,761	8,752	2,052	1,030	1746	601
- Ca/10	5,668	0,469	8,723	4,189	2,055	1,156	1840	588
- Mg/4	6,462	0,644	7,163	8,672	0,939	0,923	2146	581
- S/10	6,671	0,694	6,552	7,377	1,441	0,339	1805	439
- S (totale)	3,744	0,532	3,105	3,664	0,549	0,201	1068	302

TABLEAU 5 - Analyse en cours de cycle : feuille venant de terminer sa croissance (résultats en p. 100 de matière sèche).

	Prélèvements à 2 mois						Prélèvements à 7 mois						Prélèvements à 8 mois					
	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S	N	P	K	Ca	Mg	S
témoin	4,73	,106	1,35	,488	,620	0,180	3,04	,105	0,91	1,471	0,171	0,166	2,75	,191	1,67	1,896	0,481	0,120
N/4	3,18	,102	1,20	,486	,321	0,240	2,04	,158	1,06	1,859	0,200	0,140	1,91	,435	2,13	2,310	0,527	0,160
P/10	4,65	,131	1,11	,593	,352	0,160	3,76	,161	1,04	1,474	0,209	0,270	3,67	,101	1,85	1,695	0,326	0,140
K/4	4,54	,132	1,12	,611	,393	0,240	2,52	,155	1,00	1,642	0,181	0,236	3,12	,257	1,35	1,495	0,710	0,210
Ca/10	4,75	,110	1,36	,509	,338	0,290	2,48	,169	1,12	1,206	0,230	0,180	2,95	,230	2,20	1,179	0,659	0,220
Mg/4	4,85	,097	1,28	,609	,323	0,170	1,88	,191	1,37	1,047	0,254	0,080	2,47	,198	1,72	1,667	0,320	0,140
S/10	4,71	,090	1,26	,448	,416	0,240	3,40	,229	1,55	1,026	0,127	0,120	3,53	,259	2,40	1,323	0,419	0,140
S (totale)	4,92	,122	0,95	,439	,162	0,180	5,32	,458	2,95	1,272	0,372	0,170	5,10	,409	3,30	0,997	0,531	0,080

(1b). Les rameaux échantillonnés sont donc issus de bourgeons de la ramification secondaire.

4. les feuilles : la totalité des feuilles est réunie en un échantillon. Il s'agit presque exclusivement de feuilles portées par les ramifications.

En cours de culture il a été effectué trois prélèvements à deux, sept et huit mois de la feuille venant de terminer sa croissance (2).

RESULTATS

Ils sont présentés dans les tableaux 1 à 5 et les figures 1 à 7.

Les coefficients de variation des différents paramètres étudiés se sont améliorés par rapport à ceux de la première expérimentation dans laquelle ils étaient voisins de 30 p. 100 (3) ; ils sont de l'ordre de 10 p. 100 pour les tiges et de 20 p. 100 pour les autres organes. L'allongement du cycle de culture, la taille des rameaux secondaires, ont pu contribuer à atténuer les différences entre chaque répétition constituée par un seul plant.

DISCUSSION

Masse végétale.

Malgré le cycle plus long, le témoin de cet essai a produit des plants moins lourds que celui du précédent (1714 g contre 2968 g). Cette réduction de poids est en rapport probable avec la nutrition insuffisante durant les fortes pluies de fin 1977 (1b) et avec la taille des rameaux secondaires.

La carence partielle en N a une influence plus marquée sur le poids des plants que la carence totale en S (545 g - 1068 g) ; mais cette dernière réduit plus intensément la masse foliaire (N/4 70 g et 12,9 p. 100 du total - S 64 g et 6 p. 100 du total), la tige étant alors proportionnellement plus lourde.

Les carences partielles en P, K, Ca et S, comparées au témoin, n'ont pas d'influence sur la masse fraîche (tableau 3), la carence partielle en Mg a même un effet significativement favorable.

Toutefois, chaque carence partielle a un effet dépressif sur le rendement (1b).

Contrairement à la carence potassique totale, la carence partielle en K augmente les teneurs en matière sèche des organes (figure 1) à un degré moindre toutefois que celle en P - les feuilles faisant exception. La rétention d'eau est donc

diminuée par le déficit en K, caractère fréquemment signalé. Les carences partielles en N et S ou totale en S, à l'opposé, diminuent les teneurs en matière sèche.

Au total la masse sèche de matière végétale synthétisée se trouve augmentée par les carences partielles en P, K, Ca et Mg (tableau 3). La carence partielle en S tend à l'affaiblir et encore plus la carence totale en S et surtout la carence partielle en N.

Analyse à la destruction des plants.

• Carence partielle en azote.

Elle provoque une diminution significative des niveaux de N (figure 2 et tableau 1) dans les racines et les feuilles seulement, diminution pas plus importante que celle due aux carences partielles en K ou en Ca !

Mais les masses végétales étant faibles, la quantité d'azote immobilisée est fortement réduite (tableaux 2 et 3), dans une proportion plus importante que le taux de déficience (1/4) de la solution nutritive.

L'accumulation de P (figure 3) déjà observée avec la carence totale, est encore mise en évidence ; elle est liée au rééquilibrage anionique de la solution nutritive par l'apport supplémentaire de PO_4H_2^- et de SO_4^- . L'absorption de P n'est pas limitée par le déficit en N mais son utilisation l'est.

Cependant, seules les feuilles s'enrichissent en S malgré la concentration plus élevée de la solution. Elles tendent à accumuler également du K (figure 4). Ainsi, les masses d'éléments analysés contenues dans les plants carencés partiellement en N sont toutes réduites, à l'exception de celle de P, sous l'effet de la réduction de la masse végétale.

• Carence partielle en phosphore.

Elle provoque une importante diminution du niveau de P dans chaque organe (figure 3, tableau 1) ; toutefois, la masse de P immobilisée (tableau 3) n'est réduite que de moitié par rapport au témoin, la masse sèche des organes ayant augmenté.

L'augmentation de concentration en N de la solution entraîne une élévation très significative des niveaux de N (tableau 1, figure 2) et la masse immobilisée dépasse de 50 p. 100 celle contenue dans le témoin (tableau 3). Cette amélioration de la nutrition azotée pourrait avoir eu un effet favorable surpassant l'effet négatif du déficit en P et pourrait expliquer l'augmentation de la masse végétale sèche. L'absorption des cations - K surtout - et de S est améliorée.

La composition de cette solution « carencée au 1/10 en P » paraît donc plus favorable au développement végétatif

que la solution complète. Mais l'importance de P sur la fructification est bien mise en évidence par la diminution du poids moyen des fruits récoltés et la forte chute des jeunes fruits. Il faut rappeler aussi que des symptômes foliaires sont apparus (1b). On obtiendrait donc vraisemblablement de meilleurs résultats avec une solution témoin plus riche en azote que l'actuelle, mais à condition de ne pas y diminuer le phosphore.

- Carence partielle en potassium.

Son influence sur les teneurs en K et les masses de K immobilisées est très importante (figure 4, tableaux 1-3). La réduction de la masse de K au 1/4 de celle du témoin (1,76 g - 6,71 g) correspond au taux de carence de la solution. Les niveaux de Ca et Mg n'augmentent que dans les feuilles, en rapport avec le rééquilibrage cationique de la solution, mais aussi avec une certaine réaction antagoniste de Mg dont l'accroissement de masse est plus fort que l'élévation de concentration de la solution.

Les effets antagonistes et de compensation permettent de retrouver dans ces plants carencés partiellement une somme des cations égale à celle des plants témoins (tableau 4). Dans les feuilles, la chute du niveau de N est aussi importante qu'avec la carence partielle en N (figure 2) mais les immobilisations sont plus fortes, la masse de feuilles étant plus élevée.

Les effets sur les teneurs en P sont faibles, à tendance légèrement dépressive (figure 3). L'absorption de S tend à être freinée (tableau 2, figure 7) par un appauvrissement des feuilles et des racines.

- Carence partielle en calcium.

Bien que la plante n'ait pas présenté de symptômes particuliers, le rendement a été plus affecté que par la carence partielle en K (1b). Les teneurs en Ca de tous les organes sont très significativement abaissées (tableau 1), entraînant une diminution des masses immobilisées, voisine de 40 p. 100 (donc inférieure au taux de carence). Les augmentations de niveaux et de masses immobilisées en K et Mg (figures 4-6, tableaux 2-3) sont en rapport avec l'augmentation de concentration de la solution en ces deux cations. Mais l'effet compensatoire n'a été que partiel dans la plante et, malgré une augmentation de poids, la somme des cations diminue (tableau 4). L'influence de cette carence partielle sur l'état nutritif en N et P est voisine de celle de la carence partielle en K. La nutrition en S n'est pratiquement pas modifiée.

- Carence partielle en magnésium.

Parmi les trois cations expérimentés, la privation partielle de magnésium provoque la plus forte chute de rendement, alors que la masse végétale s'accroît (1b). Les niveaux de Mg sont surtout diminués dans les feuilles (figure 6) et la masse immobilisée décroît dans de relativement faibles proportions (30 p. 100). Cette diminution est compensée par une augmentation de la masse de K et Ca due essentiellement au poids plus élevé des organes, les teneurs en K et Ca étant peu modifiées. Le même caractère est mis en évidence pour N et P, alors que l'absorption de S paraît être freinée par cette carence (figure 7).

- Carence en soufre.

Les effets de la carence totale ou partielle (S/10) en S sont identiques sur les teneurs en cet élément (figure 7) qui sont toujours très significativement abaissées. Toutefois, la carence totale en S ayant le plus diminué la masse végétale, a plus réduit la masse de S immobilisée ainsi que celle des autres éléments.

La solution nutritive a été enrichie en N et P, entraînant une élévation des niveaux de ces deux éléments. Avec la carence partielle en S l'augmentation de la quantité de P immobilisée est plus forte que l'enrichissement de la solution sans avoir toutefois d'effet favorable sur les plants.

Les deux niveaux de carence en S ont des influences contradictoires sur les teneurs en cations, cependant Ca et Mg s'accroissent d'autant plus dans les feuilles que la carence est forte. Au total les proportions entre cations sont voisines de celles du témoin (tableau 4) et la diminution de leur somme avec la carence totale est liée à la réduction de poids des organes.

Analyse de la feuille en cours de cycle (tableau 5).

A 7 et 8 mois, les prélèvements ont été effectués à la fin des fortes pluies qui ont provoqué très certainement un lessivage important des éléments nutritifs, donc une sous-nutrition des plants (1b). L'évolution des teneurs en N des feuilles venant de terminer leur croissance confirme cette hypothèse.

A deux mois elles sont de l'ordre de 4,7 p. 100 et la carence partielle a un effet marqué (3,2 p. 100).

Mais à sept et huit mois elles ont chuté pour atteindre respectivement 3,0 et 2,7 p. 100 chez le témoin et 2,0-1,9 p. 100 avec la carence en N (1/4).

Or, dans l'essai précédent, de carences totales, des teneurs comprises entre 4,5 et 5,0 p. 100 ont été mesurées chez le témoin tout au long du cycle (3). Au champ, en Côte d'Ivoire

re, les niveaux n'étaient pas inférieurs à 4,0 p. 100 lorsque de l'azote était apporté (2).

A la destruction des plants le niveau de N dans les feuilles et les tiges du témoin sera plus faible que dans le premier essai. Par contre, dès le deuxième mois les teneurs en P, K et Ca de la feuille adulte du témoin sont plus faibles que dans l'essai précédent, alors que Mg s'accumule.

Les effets des carences partielles en P, K, Ca et Mg, et totale en S, sur la composition de la feuille venant de terminer sa croissance sont seulement mis en évidence à huit mois.

CONCLUSION

Seule la carence partielle en N a fortement influencé le développement végétatif de la grenadille et des symptômes foliaires caractéristiques ne sont apparus qu'avec les solutions carencées partiellement en N, P, K et S (1b) ; mais dans tous les cas, les rendements sont affectés (surtout par la diminution du phosphore) et ils le sont encore plus par la carence totale en S. De même, la composition minérale de la plante est toujours modifiée par ces carences.

Donc, à l'exception de l'absence totale de soufre et d'un apport d'azote réduit des 3/4 par rapport au témoin, la

composition de ces solutions a permis de provoquer des perturbations du rendement sans effets végétatifs très visibles.

Par conséquent, au champ, une chute de la production de fruits peut être due à une déficience sans extériorisation de symptômes et sans effet notable sur la croissance végétative.

L'analyse foliaire ou celle d'autres organes a pour fonction de détecter ces situations. Mais l'échantillonnage de la feuille qui vient de terminer sa croissance ne permet apparemment pas de juger avec certitude - la feuille située à l'aisselle d'une fleur prête à s'épanouir, qui n'a pas été prélevée dans le cas présent, devrait être plus fidèle d'après nos résultats antérieurs (3).

Le magnésium a un effet plus marqué sur le rendement que le potassium. Ce résultat confirme l'importance de Mg pour la grenadille. La solution nutritive complète pour laquelle on a, jusqu'à présent, conservé la formule standard n° 2 de HOAGLAND et ARNON, pourrait être modifiée, en particulier l'équilibre K/N pourrait être changé en augmentant la concentration de l'azote et en diminuant celle du potassium.

Cette expérimentation montre également que la production de la grenadille est surtout affectée par le déficit en N, P et S, et elle donne aussi des indications sur les fumures à appliquer et les formes d'engrais pouvant être les plus appropriées.

BIBLIOGRAPHIE

1. BLONDEAU (J.P.) et BERTIN (Y.).
Carences minérales chez la grenadille (*Passiflora edulis* SIMS. var. *flavicarpa*).
1a - I. Carences totales en N, P, K, Ca, Mg. Croissance et symptômes.
Fruits, 1978, vol. 33, n° 6, p. 433-443.
1b - III. Carences partielles en N, P, K, Ca, Mg. Croissance et symptômes.
IV. Carences totale et partielle en S. Croissance et symptômes.
Fruits, 1980, vol. 35, n° 6, p. 361-367.
2. MARCHAL (J.) et BOURDEAUT (J.).
Echantillonnage foliaire de la grenadille (*Passiflora edulis* SIMS. var. *flavicarpa*).
Fruits, 1972, vol. 27, n° 5, p. 307-311.
3. MARCHAL (J.), BLONDEAU (J.P.) et BERTIN (Y.).
Carences minérales chez la grenadille (*Passiflora edulis* SIMS. var. *flavicarpa*).
II. Carences totales en N, P, K, Ca, Mg. Influence sur la composition minérale des organes de la plante.
Fruits, 1978, vol. 33, n° 1, p. 681-691.

